1895

Lane Medical Library

ÜBER

# KOHLENOXYD-ERMITTELUNG IM BLUTE.

---

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

**ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE**

IN DER

MEDICIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHÜLFE,

WELCHE

**NEBST BEIGEFÜGTEN THESEN**

MIT ZUSTIMMUNG DER HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT
DER KÖNIGL. UNIVERSITÄT GREIFSWALD

**AM DONNERSTAG, DEN 28. MÄRZ 1895**

VORMITTAGS 1 UHR

ÖFFENTLICH VERTEIDIGEN WIRD

**EBERHARD KLEFFNER**

AUS UDORF IN WESTFALEN.

---

OPPONENTEN:

HERR CAND. MED. **HÜBNER.**

HERR CAND. MED. **WOLFF.**

---

GREIFSWALD.
DRUCK VON C. SELL.
1895.

SEINEM TEUREN VATER

SOWIE DEM ANDENKEN

SEINER UNVERGESSLICHEN MUTTER

IN LIEBE UND DANKBARKEIT

GEWIDMET

VOM

VERFASSER.

Das Hämoglobin der roten Blutkörperchen hat die Eigenschaft, mit verschiedenen chemischen Substanzen, zumal Gasen, Verbindungen einzugehen. So verbindet es sich mit dem Sauerstoff zu Oxyhämoglobin, eine Verbindung, durch welche die für das Leben notwendigen Oxydationsprozesse unterhalten werden, indem das Hämoglobin durch den arteriellen Blutstrom zu den Geweben hingeleitet wird, dort seinen Sauerstoff abgeben kann, durch den venösen Blutstrom reduciert zur Lunge zurückkehrt, wo es von neuem mit dem Sauerstoff der Atmosphäre sich verbindet. Weiterhin geht das Hämoglobin eine Verbindung ein mit Stickoxyd zu Stickoxydhämoglobin und ebenso eine Verbindung zu Kohlenoxydhämoglobin, wenn es mit Kohlenoxyd in Kontakt kommt. Gelangt das Kohlenoxyd durch die Atmung in das Blut eines lebenden Individuums, so wird durch dasselbe der Sauerstoff nach und nach aus dem Blute verdrängt, was natürlich für den Gesamtorganismus schliesslich unbedingt tötlich ist, da derselbe nur bei hinreichender Sauerstoffzufuhr existieren kann. Grade diese letzte Verbindung des Hämoglobins mit Kohlenoxydgas ist es, die ihres häufigen Vorkommens wegen und der schweren Folgen halber, — nämlich Vergiftung —, die sie nach sich zieht, wenn Kohlenoxyd längere Zeit hindurch eingeatmet wird, die jederzeit das Interesse der Physiologen und Ärzte erregt hat, zumal ja auch die bereits erwähnten Vergiftungen mit Kohlenoxyd nicht selten in forensischer Beziehung eine Rolle spielen.

Das Kohlenoxydgas ist ein farbloses, permanentes, schwach riechendes Gas, das sich durch Verbrennung von Kohle bei ungenügendem Luftzutritt bildet z. B. durch zu frühzeitigen Verschluss der Ofenklappen; ferner ist es im Leuchtgase enthalten, in der Atmosphäre von Giessereien, von Hütten, in denen Metalloxyde durch Kohle reduziert werden, von Minen, in denen kurz vorher Sprengmittel angewandt worden sind. Künstlich wird es dargestellt durch Erhitzen von Oxalsäure mit concentrierter Schwefelsäure, wobei die gebildete Kohlensäure durch Ätzkali weggenommen wird. Wird nun das Kohlenoxyd längere Zeit eingeatmet, so geht es nach Claude Bernard (1857) mit dem Hämoglobin eine festere chemische Verbindung ein, der Sauerstoff wird verdrängt, indem, wie Lothar Mayer zuerst nachwies, stets 1 Volumen CO 1 Volumen O aus der Blutfarbstoffverbindung zum Austritt bringt.

Vergiftungen mit reinem Kohlenoxydgas dürften im allgemeinen selten sein. Sie könnten etwa in Laboratorien bei Darstellung dieser Substanz vorkommen. Gewöhnlich entstehen sie durch Einatmung kohlenoxydhaltiger Luft, welche noch andere Gase und Dämpfe enthält, wie sie sich im Zimmer durch unvorsichtiges frühzeitiges Schliessen der Ofenklappe entwickelt oder durch stark blakende Lampen. Die Zeichen einer Kohlenoxydvergiftung sind ganz charakteristisch und kurz folgende: Dyspnoë, Benommenheit des Kopfes, Schwindelgefühl, Übelkeit, Kopfschmerz und Bewusstlosigkeit. Ferner treten auf Unruhe, verstärkte Herzthätigkeit, Salivation, Zittern, Krämpfe, später stellen sich Mattigkeit, Schläfrigkeit, Lähmungen ein, weiterhin röchelnde Atmung, zuletzt Aufhören des Herzschlages, Tod. An den Gefässen zeigen sich zunächst rosenkranzförmige Einschnürungen, später tritt Dilatation derselben mit Blutüberfüllung ein. Alles dieses deutet auf eine anfängliche Reizung und spätere Lähmung des vasomotorischen Centrums hin.

Obschon nun das Kohlenoxydhämoglobin eine ziemlich feste chemische Verbindung bildet, so kann es dennoch wieder aus dem Blute eliminiert werden. Dazu ist aber erforderlich, dass entweder noch Sauerstoffhämoglobin hinlänglich vorhanden ist, sei es, dass das Blut nur zum Teil vergiftet war, oder vielleicht frisches Blut durch Transfusion in den Kreislauf gebracht war, oder dass die künstliche Respiration gemacht wurde. In den meisten Fällen tritt jedoch bei hochgradigen Vergiftungen ein solcher glücklicher Ausgang nicht ein und als Folge einer intensiven Vergiftung mit diesem Gase tritt meist der Tod ein.

Abgesehen von den oben erwähnten Veränderungen an den Gefässen eines an Kohlenoxyd-Vergiftung Gestorbenen, fällt bei stärkerer Sättigung des Blutes mit Kohlenoxydgas zunächst der Unterschied in der Farbe dieses Blutes im Vergleich mit der gewöhnlichen Blutes auf, indem nämlich dasselbe kirschrot ist. Doch ist diese Farbendifferenz natürlich kein hinreichend zuverlässiges Unterscheidungsmittel in einem Falle, wo es sich darum handelt, genau nachzuweisen, ob Blut kohlenoxydhaltig sei oder nicht.

Es sind nun verschiedene Methoden bekannt, durch die man Kohlenoxyd im Blute nachweisen kann. Untersucht man Sauerstoffhämoglobin spektroskopisch, so zeigt dasselbe bei hinreichender Verdünnung (etwa 0,18 %) und nicht zu dicker Schicht deutlich zwei Absorptionsstreifen im gelben und grünen Felde des Spectrums zwischen den Frauenhofer'schen Linien D und E, von denen die eine dicht an D herantritt. Ebenso hat das Kohlenoxydhämoglobin bei gleicher Verdünnung und gleich dicker Schicht betrachtet zwei Absorptionsstreifen, die denen des Sauerstoff-Hämoglobins ähnlich sind, aber mehr zum Violetten hin liegen; auch ist der vordere Absorptionsstreif des Kohlenoxydhämoglobins etwas breiter. Die beiden Streifen des Kohlenoxydhämoglobins sind annähernd gleich breit, während der

erste Streif des Sauerstoffhämoglobins nur mehr als halb so breit ist, als der zweite. Der Zwischenraum zwischen beiden Streifen des Kohlenoxydhämoglobins ist ferner schmäler. Es müssen sich somit beim Gemisch von sauerstoffhaltigem und kohlenoxydhaltigem Blute beide Spektra teilweise decken. Hierdurch werden aber die Grenzen beider vermischt, sodass sie sich nicht mehr unterscheiden lassen. Da man also durch direkte spektroskopische Untersuchung ein teilweises Vorkommen von Kohlenoxyd im Blute nicht genau nachweisen kann, war es ein wichtiges Unterscheidungsmittel, welches Hoppe-Seyler entdeckte, dass nämlich durch Zusatz von reduzierenden Substanzen die beiden Sauerstoffhämoglobinstreifen ausgelöscht werden, während die des Kohlenoxydhämoglobins unverändert bleiben. Verdünnt man etwa drei Tropfen normales Blut hinreichend mit destilliertem Wasser und bringt dasselbe zwischen den Spalt eines Spektroskops und die Sonne oder Flamme, so zeigen sich im Spektrum die erwähnten Absorptionsstreifen. Auf Zusatz von reduzierenden Substanzen, z. B. von Schwefelammoniumlösung oder der von Nawroki empfohlenen Stockes'schen Lösung — [eine wässerige Lösung von Zinnchlorür wird mit Weinsäure versetzt und nachher mit Ammoniak neutralisiert] — verschwinden alsbald die beiden Streifen und es erscheint das breite verwaschene Absorptionsband des Hämoglobins, die Mischung nimmt eine violette Färbung an. Wenn man nun auf gleiche Weise einige Tropfen Kohlenoxydblut untersucht, so verschwinden auf Zusatz von reduzierenden Substanzen weder die beiden Absorptionsstreifen, noch verschwindet die kirschrote Blutfarbe der Mischung.

Eine zweite Methode zur Ausmittelung des Kohlenoxydgases verdanken wir ebenfalls Hoppe-Seyler, nämlich die Natronprobe. Das Wesen derselben beruht darin, dass sich Sauerstoffhämoglobin durch Natronlauge-Zusatz, zumal in der Wärme, viel leichter zersetzt, als

Kohlenoxydhämoglobin. Sobald man einige Tropfen gewöhnliches Blut mit der doppelten Menge Natronlauge von 1,3 spez. Gewicht zusammenbringt und leicht erhitzt, so entsteht eine schwarz-braune grünliche Masse, was darauf beruht, dass das Oxyhämoglobin unter Hämatinbildung zerfällt; verfährt man auf gleiche Weise mit kohlenoxydhaltigem Blute, so verbleibt dem Gemische immer noch eine, wenn auch nicht mehr so reine rote Färbung, die sich deutlich von der vorhin beschriebenen unterscheidet.

Eine Modifikation der Hoppe-Seyler'schen Natronprobe auf Kohlenoxyhämoglobin rührt her von Salkowski. Dieser verdünnte das zu untersuchende Blut mit destilliertem Wasser auf das 20fache und versetzte es im Reagenzglase mit der gleichen Menge Natronlauge von 1,34 spez. Gewicht. Beim Kohlenoxydblute wird die Flüssigkeit bald weisslich trübe, dann lebhaft hellrot. Beim Stehen scheiden sich hellrote Flocken an der Oberfläche aus, während die Flüssigkeit schwach rosa gefärbt ist. Gewöhnliches Blut zeigt bei dieser Probe schmutzig bräunliche Verfärbung. Nach 24 Stunden löst sich der Niederschlag wieder und die klare Lösung ist lebhaft rot.

Von demselben Forscher wurde Kohlenoxyd im Blute noch auf folgende Weise bestimmt. Versetzt man 0,9 bis 1 Ccm Blut in 50 Ccm Wasser mit $^1/_2$—$^3/_4$ Volum gesättigten Schwefelwasserstoffwassers, so wird dasselbe alsbald schmutzig grün unter Bildung von Schwefelmethämoglobin. Kohlenoxydblut, ebenso behandelt, bleibt monatelang unverändert rot.

Wegen seiner grösseren Beständigkeit widersteht Kohlenoxydblut der Fäulnis, sowie, wie erwähnt, dem Schwefelwasserstoff. In dem Blute einer an Kohlenoxydvergiftung verstorbenen Frau, welches wegen Fäulnis der Eiweisskörper stark stank, konnte Prof. Landois durch das Spektroskop und die Natronprobe noch bestimmt Kohlenoxyd nach 18 Monaten erkennen. Ähnliches beobachtete Hoppe-Seyler und auch Piotrowski hat

neuerdings analoge Beobachtungen sowohl im Cadaver als auch im isolierten Blute machen können.

Eine weitere Methode des Kohlenoxydnachweises hat Preyer angegeben. Diese Methode beruht auf der verschiedenen Wirkung des Cyankaliums in concentrierter Lösung auf Sauerstoff- und Kohlenoxydblut. Verdünnt man nach Preyer einige sauerstoffhaltige Blutstropfen mit destilliertem Wasser, setzt Cyankaliumlösung hinzu und erwärmt im Wasserbade einige Augenblicke auf 37,5° C, so sollen im Spektrum die beiden Sauerstoffhämoglobinstreifen verschwunden sein und an deren Stelle soll ein breites Absorptionsband erscheinen. Dieses gehört nach Preyer einer Verbindung des Cyankalium mit Hämoglobin an. Nawroki führt dieses Band auf eine Verbindung des Hämatin mit Cyankalium zurück, in dem durch das Erwärmen das Sauerstoffhämoglobin zersetzt werde. Auf Zusatz von Schwefelammonium verschwindet das breite Band und es erscheinen wieder zwei Absorptionsstreifen, die denen des Kohlenoxydhämoglobins ähnlich sind.

Verfährt man auf gleiche Weise mit einigen Tropfen kohlenoxydhaltigen Blutes, so soll man ungefähr bis zum Kochen erhitzen, wenn man die beiden Streifen des Kohlenoxydhämoglobins zum Verschwinden bringen und das breite Absorptionsband erhalten will.

Als eine fernere Methode sei die von Eulenberg angegebene erwähnt, das Kohlenoxyd im Blute durch Palladiumchlorür nachzuweisen. Doch hat diese Methode nie recht Anhang gefunden.

Weiterhin ist eine Art, Kohlenoxyd im Blute nachzuweisen, von Stanilaus Zaleski angegeben worden. Versetzt man normales Blut mit schwach-saurer oder ammoniakalischer Lösung von Kupferchlorür oder mit der Lösung eines Kupferoxydsalzes, so erhält man eine chocoladenbraune Fällung. Kohlenoxydhaltiges Blut dagegen giebt einen ziegelroten flockigen Niederschlag. Die Reaction wird am besten gemacht,

indem man 2 Ccm Blut mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt und von einer zu drei Vierteln gesättigten Lösung von Kupfersulfat- und nitrat 3 Tropfen, von Kupferchlorid 2, von Kupferacetat 7 Tropfen zusetzt. Die Reaktion liefert nur dann ein sicheres Ergebnis, wenn mindestens ein Viertel des vorhandenen Hämoglobins mit Kohlenoxyd verbunden ist. Sie tritt noch nach 12tägigem Stehen des Blutes auf.

Ein anderes Verfahren, Kohlenoxyd im Blute nachzuweisen, liefert Heinrich Szigeti. Dieser untersuchte:

I. Blut, das der Leiche eines im Kohlendunste erstickten Mannes entnommen war.

II. Blut von Kaninchen, die mit reinem, aus Oxalsäure und Schwefelsäure dargestellten, Kohlenoxydgase und mit Leuchtgas vergiftet wurden;

III. defibriniertes frisches Schweineblut, von welchem die eine Probe mit reinem Kohlenoxydgas, die andere mit Leuchtgas durch Einleiten desselben gesättigt wurde. Verfasser findet, dass das Kohlenoxydgas die Eigenschaft besitzt, das Spektrum des Hämochromogens in ein Spektrum, welches mit dem des Kohlenoxydhämoglobins identisch ist, zu verwandeln. Mit andern Worten: das Kohlenoxyd geht mit dem Hämochromogen eine Verbindung ein, deren spektrales Verhalten gleich dem des Kohlenoxydhämoglobins ist.

Verschiedene Methoden über Nachweis von Kohlenoxyd im Blut giebt uns auch Kunkel. Man vergleicht das zu untersuchende Blut mit einer normalen Blutprobe. Dann werden beide Blutarten mit Wasser etwa 10fach verdünnt, mit dem betreffenden Reagenz gefällt und die Farbe des in beiden Fällen entstehenden Niederschlags wird verglichen. Im allgemeinen sind dann die in normaler Blutauflösung erzeugten Niederschläge sofort oder nach kurzer Zeit braun, während die Kohlenoxydniederschläge mehr einen blauroten Ton zeigen. Obwohl die

durch verschiedene Reagentien erzeugten Niederschläge nicht gleich gefärbt sind, so ist die Untersuchung beider Blutarten dadurch möglich, dass die Färbung des Niederschlages des normalen Blutes mehr gelb — vom tiefsten Braunschwarz bis zum hellsten Lehmgelb wechselnd — ist, während die Farbe beim Kohlenoxyd-Blut mehr blau (weisslich bläulich) erscheint. Bei diesem Nachweis unterscheidet Kunkel zwei Arten von Reaktionen: a) rasch vorübergehende, von geringem diagnostischen Werte, aber als Vorproben zu gebrauchen, und b) langsamer sich ausbildende, aber lange persistierende und wertvolle Proben.

Ad a) gehören:

1) Coagulation des Blutes durch siedendes Wasser (kaum brauchbar).
2) Fällung durch Salpetersäure.
3) Fällung durch Ferrocyankalium und Essigsäure (brauchbar).
4) Fällung durch Zusatz von gleichen Volumen schwefelsaurem Natron und $^1/_2$ Volumen Essigsäure.
5) Zusatz von gesättigter Alaunlösung, dann Ammoniak.

Ad b). 1) Fällung mit etwa 3%iger Tanninlösung (die beste Probe).

2. u. 3) mit Zinkchlorid und Sublimat (1—2%iger Lösungen).

4) mit Platinchlorid (etwa 1 : 60).

Andere Reaktionen, die noch angegeben sind, sind weniger brauchbar und überflüssig.

Mit den oben erwähnten Fällungsreaktionen lässt sich noch bei 20% Kohlenoxydhaemoglobin ein positiver Erfolg erzielen. Sie sind also empfindlicher, als die spektroskopische Analyse, welche erst bei 30% Kohlenoxydhaemoglobin eine bestimmte Diagnose gestattet.

Welzel nimmt beim Nachweis von Kohlenoxydhaemoglobin ebenfalls wässerige Blutlösungen. Es färben

sich dann auch die durch Spaltung des Haemoglobins in Eiweis und Haematin resultierenden Eiweisskoagulate bei Zusatz von Zinkchlorid und sehr verdünnten Lösungen von Platinchlorid. Auch andere Fällungsmittel des Eiweisses rufen nach Welzel Reaktionen im Kohlenoxydblut hervor. Kohlenoxyd- und Sauerstoffblut 2 Min. lang in heisses Wasser gehalten, zeigen eine himbeerrote resp. graubraune Fällung. Die Reaktion gestattet noch 25% Kohlenoxydhaemoglobin nachzuweisen. 5%ige Carbolsäure erzeugt im Kohlenoxydblut einen carminroten, im Sauerstoffhaemoglobin einen braunroten Niederschlag, ähnlich verhält sich Phosphorwolframsäure. Phenylhydrazin in 40% alkoholischer Lösung ruft in kohlenoxydhaltigen Blutverdünnungen (1 : 40) eine hellrote Farbe hervor, in normalem Blute eine dunkelrote, später schwarz werdende Färbung. Zusatz von mehr als 5 Tropfen der Lösung erzeugt mit Oxyhaemoglobin einen grauvioletten, im Kohlenoxydhaemoglobin einen rosaroten Niederschlag.

Der Japaner Kunyosi Katayama giebt folgende Blutprobe bei Kohlenoxydvergiftungen an:

Man verdünnt 1 Ccm des zu untersuchenden Blutes mit 50 Ccm destillierten Wassers, giesst von dieser Lösung 10 Ccm in ein Reagensglas und setzt zuerst 0,2 Ccm orangefarbenes Schwefelammon und dann 0,2—0,3 Ccm verdünnte Essigsäure zu, bis sie schwach sauer reagiert, und vermischt sie, indem man das mit dem Daumen verschlossene Reagenzglas 1—2 mal leicht umkehrt. Oder man träufelt 5 Tropfen des zu untersuchenden Blutes in ein Reagenzglas, welches 10—15 Ccm Wasser enthält, schüttelt die Mischung leicht um, setzt dazu 5 Tropfen orangefarbenes Schwefelammon und 7—10 Tropfen oder noch etwas mehr Essigsäure, bis sich ebenfalls eine schwachsaure Reaktion zeigt, und mischt dann erst durch. Das heftige Umschüttlen im Reagenzglas ist streng zu vermeiden, weil hierdurch Kohlenoxyd ausgetrieben wird.

In beiden Fällen zeigt sich bei dem kohlenoxydhaltigen Blute eine schöne, rosarote Färbung der Flüssigkeit mit Bildung feiner Flöckchen, während die normale Blutlösung ebenfalls unter Flöckchenbildung grüngrau oder rötlich grüngrau wird. Nach 24 Stunden fallen die Flöckchen als eine je nach der Beschaffenheit des Blutes schwach rötlich oder grüngrau gefärbte Masse zu Boden. Die darüber stehende etwas trübe oder fast durchsichtige Flüssigkeit ist auch bei dem Kohlenoxydblut rot und bei dem gewöhnlichen Blute schmutzig dunkelgrün. Die Empfindlichkeit dieser Probe geht soweit, dass die Mischung des kohlenoxydhaltigen Blutes mit gewöhnlichem, in dem Verhältnisse von 1 : 5 einen deutlichen, und in sehr günstigen Fällen in einem Verhältnisse von 1 : 7 noch einen ziemlich deutlichen Unterschied zeigen kann.

Ähnlich, wie die oben bei dem Welzel'schen Verfahren angegebenen Reagentien eignet sich auch Bleiessig zur Unterscheidung von normalem und Kohlenoxydblut. Am besten setzt man zu den Blutsorten in nicht zu engen Reagenzröhren das 4—5fache Volumen Bleiessig zu und schüttelt einige Zeit (1 Min.) kräftig durch. Das Kohlenoxydblut hält sich schön rot, indes normales Blut bräunlich wird. Nach einiger Zeit werden die Differenzen immer grösser, bis das normale Blut chokoladenfarbig und braungrau geworden ist; selbst nach 3 Wochen war der Unterschied noch deutlich. Mischungen von 1 Teil Kohlenoxydblut auf 8—9 Teile normalen Blutes zeigten noch erkennbare Differenzen in der Färbung. Dieser Nachweis ist zuerst von Rubner angegeben worden.

Gruber prüfte verschiedene Methoden zum Nachweis von Kohlenoxyd und fand nach dem Verfahren von Fodor (10—20 l Luft werden mit mässig verdünntem Blute 15 bis 20 Minuten lang geschüttelt, dann durch das Blut, nachdem es zum Sieden erhitzt ist, Luft gesaugt, die vorher Palladiumchlorür-Lösung passiert hat und dann nach Waschung mit Bleizuckerlösung und verdünnter

Schwefelsäure dasselbe Reagenz durchstreicht), dass noch 0,005 % mit aller Sicherheit nachgewiesen werden können.

Dem Holländer A. P. Fokker gelang der Nachweis von Kohlenoxyd im Tabaksqualm, indem er dasselbe im Blut von Tieren nachwies, welche einige Zeit in einem beschränkten, mit Tabaksqualm gefüllten Raume gelebt hatten. Er benutzte dazu ein ähnliches Verfahren, wie das oben angegebene Gruber'sche resp. Fodor'sche.

Kohlenoxyd im Blut wurde ferner von Th. Weyl und B. v. Anrep nachgewiesen durch das Verfahren gegen oxydierende Substanzen. Sie benutzten zu dem Zwecke Lösungen von übermangansaurem Kalium (0,05 %), chlorsaurem Kalium (5 %), Jod und Jodkalium (0,05 J + 1 g KJ auf 1 l Aq. dest.). Während Oxyhaemoglobin duch oxydierende Substanzen sehr schnell in Methaemoglobin übergeführt wird, gehören viel grössere Mengen oxydierender Substanzen oder längere Einwirkung derselben dazu, um die gleiche Wirkung auch in Lösungen von Kohlenoxydblut hervorzurufen. Wurde z. B. J + K angewendet, so trat auf Zusatz von 1 Ccm Lösung im sauerstoffhaltigem Blute der Streifen des Methaemoglobins sogleich, im Kohlenoxydblute erst nach 4 Tagen auf. Letzteres blieb dabei unverändert rot und liess einen starken Niederschlag fallen; das sauerstoffhaltige Blut färbte sich sofort gelb und zeigte nur geringe Trübung. Besonders gut erwies sich auch die Chamäleonlösung, um sauerstoffhaltiges Blut von kohlenoxydhaltigem zu unterscheiden. Das erstere blieb klar und zeigte nach Zusatz von $\frac{1}{2}$ Ccm Lösung den Methaemoglobinstreifen, indem es zu gleicher Zeit gelblichgrün wurde. Das Kohlenoxydblut blieb bei gleichem Zusatz rot, wurde trübe und zeigte den Methaemoglobin-Streifen nicht.

1%ige Lösungen von Brenzkatechin und Hydrochinon lassen im sauerstoffhaltigen Blute das Methaemoglobin schnell erscheinen. Zugleich tritt Gelbfärbung ein, während

das Kohlenoxydblut unverändert bleibt. Ebenso wie das Hydrochinon wirkt auch eine $^1/_2$%ige wässerige Lösung von Pyrogallol. Setzt man nachträglich wenige Tropfen Schwefelammonium zu, so werden die so veränderten Hämoglobine wieder in Sauerstoff- und Kohlenoxydhämoglobin verwandelt.

Für die Untersuchung des Blutes im Falle Verdachtes auf Kohlenoxyd-Vergiftung sind von Weyl und v. Anrep folgende Regeln angegeben:

1) Das Blut wird in ganz gefüllter Flasche bis zur Untersuchung verschlossen und aufbewahrt.
2) Ist die Reduktionsprobe zu machen. Tritt keine Reduktion ein, so ist Kohlenoxyd vorhanden.
3) Auf Zusatz von wenigen Tropfen einer Chamäleonlösung von 0,025% darf im Kohlenoxydblute kein Methämoglobin entstehen. Eine gleich konzentrierte Lösung von sauerstoffhaltigem Blute wird, mit der gleichen Chamäleonlösung versetzt, sofort in Methämoglobin übergeführt.
4) Statt der Chamäleonlösung kann mit gleichem Erfolge 1%ige Lösung von Breuzkatechin oder Hydrochinon benutzt werden. In diesem Falle müssen die Blutproben ca 15 Minuten auf 40° erwärmt werden.

Versuche, Kohlenoxyd im Blute nachzuweisen, sind auch von N. Gréhant gemacht worden. Gréhant bestimmte die Menge des Kohlenoxyds auf folgende Weise. Man entnimmt vor Einleitung der Vergiftung mit Kohlenoxyd dem Tiere eine Probe Blut und bestimmt die grösste Menge Sauerstoff, die dieses zu absorbieren vermag. Darauf lässt man das Tier Kohlenoxyd atmen und bestimmt in einer nun genommenen zweiten Probe, wieviel Sauerstoff dieses vergiftete Blut aufnehmen kann. Diese zweite Menge Sauerstoff ist stets viel kleiner als die erste, und die Differenz zeigt, wieviel Kohlenoxyd mit dem Blute verbunden ist.

Eine andere Untersuchungsmethode von demselben Autor ist die folgende. Er liess Hunde vermittelst einer Kautschukmaske aus einem Kautschuksack Gasgemische einatmen, die aus atmosphärischer Luft mit $0{,}1 - 1\,‰$ Kohlenoxyd bestanden. Nach $^1/_2$ Stunde wurden Proben des arteriellen Blutes entnommen und die Gase desselben bestimmt. Das Blut wurde zunächst bei 40° ausgepumpt, dann mit Essigsäure auf 100° erhitzt, und das entweichende Kohlenoxyd nach Behandeln mit Natronlauge und Pyrogallussäure durch Absorption mittelst Kupferchlorür bestimmt.

Durch Untersuchungen von Herrn Dr. Richter im hiesigen physiologischen Institute wurde folgender Nachweis von Kohlenoxyd im Blute geliefert. Angewandt wurden schwefelgesättigtes Ammonhydrosulfid und verdünnte Säuren einerseits, Zucker und schwache Alkalien anderseits. Schwefelammon und Zucker wirken sauerstoffentziehend, Säuren und Alkalien wirken zersetzend auf das Hämoglobin. Grössere Mengen stärkerer Säuren machen beide Blutarten ohne Unterschied verfärbt. Von Säuren wurden angewandt Ameisensäure, Phosphorsäure, Milchsäure, Weinsäure neben zwei Tropfen gesättigten Schwefelammons; von Alkalien, Calciumhydroxyd, Bariumcarbonat in concentrierter Lösung. Setzt man die genannten Reagentien in gleichem Maasse zu, so zeigt nur das gewöhnliche Blut Missfärbung, das Kohlenoxydblut dagegen bleibt unverändert oder es wird charakteristisch gefärbt. Es wurden nun folgende Versuche gemacht, um den erwähnten Unterschied in der Färbung beider Blutarten zu zeigen:

1) Man verdünne 3 Ccm der beiden Blutarten in 100 Teilen Wasser und setze zu 10 Ccm dieser Lösungen in Reagenzgläsern 2 Ccm 2%iger Traubenzuckerlösung und 2 Ccm Kalkwasser und erhitze langsam.
2) Man füge zu derselben Verdünnung neben 2 Ccm 2%iger Traubenzuckerlösung Bariumcarbonat in

gesättigter Lösung und erhitze bis nahe zum Kochen.

3) Man verdünne 5 Ccm der beiden Blutarten in 200 Teilen Wasser, setze zu 10 Ccm dieser Lösungen in Reagenzgläsern 2 Tropfen schwefelgesättigtes Ammoniumhydrosulfid und je tropfenweise bis zu 6 Tropfen halbverdünnte Ameisensäure (ähnlich wirkt Zusatz von Weinsäure, Milchsäure, Phosphorsäure).

Die Proben 2 und 3 zeigen mehrere Tage dauernde Reaktion, besonders nach Zusatz von etwas Wasser.

Nach den Untersuchungen von Piotrowski lässt sich Kohlenoxyd in dem in einer lose verschlossenen Flasche aufbewahrten Blute eines vergifteten Hundes noch nach mehreren Monaten nachweisen. Bei Eintritt von Fäulnis nimmt der Gehalt daran schneller ab, als vorher. Das Blut des verscharrten Kadavers enthielt zur selben Zeit viel mehr Kohlenoxyd. Luftdurchleitung entfernt das Gas schon nach einigen Stunden aus dem Blute. Die Muskeln eines vergifteten und dann entbluteten Hundes enthielten kein Kohlenoxyd.

Schliesslich sei die von Herrn Geh. Rat Prof. Dr. Landois angegebene Methode, Kohlenoxyd im Blute nachzuweisen, angeführt. Dieselbe besteht darin, Kohlenoxyd durch Behandlung des Blutes mit verdünnter Kalilauge und Pyrogallussäure nachzuweisen, wobei sich ein deutlicher Unterschied in der Farbe des kohlenoxydhaltigen und des sauerstoffhaltigen Blutes zeigt. Durch die Überweisung vorliegender Arbeit ist mir die Aufgabe gestellt worden, zu zeigen, bis zu welcher Grenze der Verdünnung beider Blutarten einerseits und in welchen Concentrationen der Zusatzlösungen von Kalilauge und Pyrogallussäure anderseits eine Farbendifferenz beider Blutlösungen am besten wahrzunehmen ist. Es wurden zu diesem Zwecke von mir im hiesigen physiologischen Institute eine Reihe

von Versuchen gemacht, deren Resultat mitzuteilen, mir hier gestattet werden möge.

Zunächst wurden nun Versuche mit lackfarbig gemachtem Blute angestellt, also mit Blut, in dem durch Wasserzusatz die roten Blutkörperchen aufgelöst sind, und zwar in folgender Weise.

Zwei cylindrische Glas-Gefässe von circa 34—35 Ccm Inhalt (und 11 cm hoch und 2 cm im Lichten) wurden zuerst bis zur Höhe eines Flüssigkeitsstandes von 5 Ccm, hierauf bis zur Höhe eines solchen von 30 Ccm mit Zeichen versehen, sodass also noch ein Raum für 4—5 Ccm übrig blieb. In diese Gläser wurden nun zunächst 5 Ccm Kalilange geträufelt, hierauf wurden in das eine derselben 25 Ccm lackfarbigen Kohlenoxydblutes, in das andere ebensoviel einer wässerigen Lösung sauerstoffhaltigen Blutes gebracht und der Rest mit einer Pyrogallussäurelösung angefüllt. Alsdann wurden die Gefässe luftdicht verschlossen, umgeschüttelt, was durch vorher hineingeworfene Glasstäbchen bewirkt wurde, und einige Zeit hingestellt. Eine Farbendifferenz zeigte sich bald, wofern nur die richtigen Mischungsverhältnisse beachtet wurden.

Die ersten Proben wurden mit ziemlich starken Lösungen der beiden Blutarten und ebenso auch mit starken Lösungen von Kalilauge und Pyrogallussäure ausgeführt, wobei erwähnt sei, dass stets 5 Ccm Kalilauge, 25 Ccm der betreffenden Blutarten und 4—5 Ccm Pyrogallussäure angewandt wurden. Es folgen nunmehr die gemachten Versuche und deren Resultate.

I. Es wurde benutzt 4%ige Blutlösung, 10%ige Pyrogallussäure und 10% Kalilauge. Bei der Vergleichung beider Proben ergab sich wohl ein Unterschied in der Farbe beider Blutarten, indem das gewöhnliche Blut dunkler war, als das mit Kohlenoxyd gesättigte, doch war derselbe zu unbedeutend, als dass man im gegebenen Falle mit

Sicherheit auf das Vorhandensein von Kohlenoxyd hätte schliessen können.

II. Es wurde eine Probe gemacht mit 4%iger Blutlösung, 5%iger Pyrogallussäure und 5%iger Kalilauge. Auch hier war nur eine geringe Farbendifferenz wahrzunehmen.

Da die Färbungen in dünnen Lösungen oft schärfer in ihren Unterscheidungsmerkmalen erkannt werden können, als in zu sehr concentrierten, so ging ich zu grösserer Verdünnung vor.

III. Es wurde genommen 4%ige Blutlösung, 2%ige Pyrogallussäure und 1%ige Kalilauge und

IV. 2%ige Blutlösung, 2%ige Pyrogallussäure und 1%ige Kalilauge. Beide Versuche, namentlich auch der letztere, zeigten bedeutend bessere Farbenunterschiede, als die vorhergehenden. Das Kohlenoxydblut war bedeutend heller, als das sauerstoffhaltige Blut. Es wurden daher die Versuche mit noch grösseren Verdünnungen der beiden Blutarten, und ebenso mit noch schwächeren Lösungen von Pyrogallussäure und Kalilauge fortgesetzt, und zwar wurde benutzt

V. 1½%ige Blutlösung, 1%ige Pyrogallussäure und 1%ige Kalilauge. Anfangs war die Farbendifferenz weniger deutlich zu erkennen, doch liess man beide Proben einige Zeit stehen, so trat dieselbe deutlicher hervor.

VI. Jetzt wurde genommen 1½%ige Blutlösung, ½%ige Pyrogallussäure und ½%ige Kalilauge. Der Unterschied in der Farbe beider Blutsorten ist sofort deutlich wahrzunehmen. Das Kohlenoxydblut ist schön rot, während das gewöhnliche Blut eine in's bräunliche hinüberspielende Färbung zeigt.

VII. Bei diesem Versuche, der mit 1½%iger Blutlösung, 1%iger Pyrogallussäure und ½% Kali-

lauge gemacht wurde, ergab sich ohne erhebliche Abweichung dasselbe, wie bei dem vorhergehenden.

VIII. Es wurde angewandt $1\frac{1}{2}$ %ige Blutlösung, $\frac{1}{2}$ %ige Pyrogallussäure und 1 %ige Kalilauge. Auch bei dieser Probe ist ein Farbenunterschied beider Blutarten sichtbar, doch ist derselbe nicht so deutlich ausgeprägt, wie bei den beiden vorhergehenden, die bis jetzt die besten Resultate lieferten.

Bei den nun folgenden Versuchen wurde das Blut, sowohl das kohlenoxydhaltige, wie auch das sauerstoffhaltige noch mehr verdünnt und es wurde benutzt.

IX. 1 %ige Blutlösung, 1 %ige Pyrogallussäure und 1 % Kalilauge. Ein Unterschied ist wahrzunehmen, doch fällt derselbe nicht sofort auf. Am besten sieht man die Farbendifferenz in den tieferen Schichten des Glases.

X. Diese Probe wurde gemacht mit 1 %iger Blutlösung, $\frac{1}{2}$ %iger Pyrogallussäure und $\frac{1}{2}$ %iger Kalilauge. Ein Unterschied in der Färbung ist nicht zu erkennen. Das Kohlenoxydblut ist mehr hellrot, während das gewöhnliche Blut eine leichte Färbung ins braune zu haben scheint, was man auch besonders deutlich in den tieferen Schichten der Gläser erkennen kann.

XI. Bei dieser Probe, die mit 1 %iger Blutlösung, $\frac{1}{2}$ %iger Pyrogallussäure und 1 %iger Kalilauge gemacht wurde, zeigte sich ebenfalls ein deutlicher Unterschied.

XII. Dieser Versuch wurde gemacht mit 1 %iger Blutlösung, 1 %iger Pyrogallussäure und $\frac{1}{2}$ %iger Kalilauge. Die Farbendifferenz tritt auf den ersten Blick deutlich hervor. Das Kohlenoxydblut ist mattrot, das sauerstoffhaltige dagegen hat eine fast braune Färbung angenommen. Von allen bis jetzt angeführten Proben scheint mir

diese die besten Resultate ergeben zu haben; und so glaube ich, an der Grenze der Verdünnung beider Blutarten angekommen zu sein, wo dieselben bei Zusatz passender Lösungen von Pyrogallussäure und Kalilauge die Farbendifferenz am besten erkennen lassen. Versuche, bei denen noch grössere Verdünnungen der beiden Blutarten angewandt wurden, lieferten keineswegs ein so günstiges Resultat, als die zuletzt erwähnte Probe.

Erwärmt man beide Blutarten in einem Wasserbade von 40°, so zeigt sich zunächst kein Unterschied in der Farbe. Ebenso wenig zeigte sich ein solcher deutlich, wenn man zwei fertige Proben von der zuletzt angegebenen Mischung in demselben Bade erhitzt. Ein besseres Resultat scheint mir folgender Versuch zu liefern. Zunächst wurden beide Blutarten in einem Wasserbade von oben bezeichneter Temperatur erwärmt und hierauf sofort die Probe mit 1%iger Pyrogallussäure und ½%iger Kalilauge gemacht. Alsdann ergab sich ein deutlicher Unterschied in der Farbe des kohlenoxydhaltigen und des gewöhnlichen sauerstoffhaltigen Blutes, indem letzteres eine leicht ins Bräunlich hinüberspielende Farbe annahm, während ersteres eine hellrote Farbe hatte. Vergleicht man die Proben mit erwärmtem und nicht erwärmtem Blute, so scheint mir die Probe mit ersterem keine nennenswerten Vorzüge vor der letzteren zu besitzen.

Ein weiterer Versuch zur Ausmittelung des Kohlenoxyd wurde noch gemacht mit erwärmter Kalilauge. Doch auch hierbei trat keine bessere Reaktion ein, als bei den vorher angeführten Methoden. Vielmehr war die Farbendifferenz beider Blutarten nicht so deutlich ausgesprochen, da besonders die bräunliche Verfärbung des Sauerstoffblutes mehr und mehr verschwunden war und mehr eine rötliche Farbe angenommen hatte.

Nunmehr mögen einige Versuche folgen, die mit Mischungen von sauerstoffhaltigem und kohlenoxydhaltigem

Blute, das gleichmässig verdünnt war, angestellt wurden. Verglich man alsdann diese Proben mit solchen von gewöhnlichem und Kohlenoxydblute, dem ebenfalls, wie dem gemischten Blute, die gleiche Menge Wasser zugesetzt war, so ergab sich alsdann folgendes.

I. Zunächst wurden wiederum zwei Proben von kohlenoxydhaltigem und sauerstoffhaltigem Blute gemacht, und zwar mit 1 %igem Blut, 1 %iger Pyrogallussäure und ½ %iger Kalilauge. Hierauf wurde eine Probe gemacht mit einer Mischung, die zur Hälfte aus 1 %igem Kohlenoxydblut, zur andern Hälfte aus 1 %igem Sauerstoffblut bestand, welcher Mischung 1 %ige Pyrogallussäure und ½ %ige Kalilauge hinzugesetzt wurden. Der Vergleich dieser 3 Blutproben liess noch einen deutlichen Unterschied in der Farbe derselben erkennen, woraus folgt, dass sich Kohlenoxyd in einer solchen Mischung noch deutlich nachweisen lässt.

II. Der folgende Versuch wurde gemacht mit einer Mischung von ¼ Kohlenoxydhämoglobin und ¾ Sauerstoffhämoglobin, also 2 Ccm Kohlenoxydblut und 6 Ccm gewöhnliches Blut auf 800 Ccm Wasser. Die Farbe des so gemischten Blutes ist nach fertiger Probe etwas heller als die des Kohlenoxydblutes, dagegen spielt sie mehr ins Bränliche über, nähert sich also mehr der Farbe des gewöhnlichen Blutes. Eine Farbendifferenz lässt sich noch mit Bestimmtheit nachweisen.

III. Bei diesem Versuche war das Mischungsverhältnis 1:5, also 10 Kohlenoxydblut auf 50 sauerstoffhaltiges Blut. Auch hier liess sich ein Farbenunterschied zwischen den einzelnen Blutproben noch deutlich erkennen.

IV. Die Blutmischung bestand aus 10 Ccm Kohlenoxydblut und 60 Ccm Sauerstoffblut, also Verhältniss 1:6. Auch hier lässt sich ein Farben-

unterschied, wenn auch nur schwach, noch erkennen.

V. Bei einer Blutmischung von 10 Ccm Kohlenoxydhämoglobin auf 70 Ccm Sauerstoffhämoglobin liess sich eine Farbendifferenz nicht mehr nachweisen, wenigstens nicht mit voller Bestimmtheit. Es läge also hier die Grenze, bis zu welcher in einer 1%igen Lösung von Kohlenoxydhämoglobin, vermischt mit einer gleichen Verdünnung von Sauerstoffhämoglobin, durch die bis jetzt angewandte Methode Kohlenoxyd im Blute nachgewiesen werden kann.

Alle bis hieran gemachten Versuche wurden mit lackfarbig gemachtem Blute ausgeführt. Nunmehr mögen einige Mittheilungen folgen, die mit Blut gemacht wurden, in dem die roten Blutkörperchen durch Zusatz von concentrierter Natriumsulfatlösung erhalten blieben. Es wurden verschiedene Proben gemacht in derselben Weise, wie sie mit lackfarbig gemachtem Blute ausgeführt waren, doch zeigte sich auch hier die Farbendifferenz zwischen Kohlenoxyd- und Sauerstoffhämoglobin am besten, wenn dieselben Blutlösungen und dieselben Lösungen von Pyrogallussäure und Kalilauge benutzt wurden, also 1%iges Blut, 1%ige Pyrogallussäure und $^1/_2$%ige Kalilauge. Beim Vergleich beider Blutsorten zeigte sich alsdann, dass das Kohlenoxydhämoglobin eine hellrote, das Sauerstoffhämoglobin dagegen eine mehr gelblichweisse Farbe hatte.

In derselben Weise, wie vorhin mit lackfarbig gemachtem Kohlenoxydblute, gemischt mit lackfarbigen gewöhnlichem Blute, Versuche gemacht wurden, Kohlenoxyd nachzuweisen, so auch mit Mischungen von kohlenoxydhaltigem und sauerstoffhaltigem Blute, in welchem durch concentrierte Natriumsulfatlösung die roten Blutkörperchen erhalten waren. Da nun aus den vorhergehenden Versuchen bekannt war, bis zu welcher Mischungsgrenze

beider Blutarten man gehen darf, um Kohlenoxyd noch erkennen zu können, so wurde zunächst eine Mischung hergestellt, die bestand aus 10 Ccm nicht lackfarbigen Kohlenoxyd- und 60 Ccm nicht lackfarbigen Sauerstoffhämoglobins, beides in 1%tiger Lösung. Es zeigte sich nun beim Vergleich mit Proben von gewöhnlichem und Kohlenoxydblut, denen 1%ige Pyrogallussäure und $^1/_2$%ige Kalilauge zugesetzt war, ein noch deutlich erkennbarer Unterschied in der Farbe, da das gewöhnliche Blut eine etwas dunklere Farbe hatte, als das andere. Ein Unterschied war ebenfalls noch zu erkennen bei folgender Probe. Es wurde benutzt eine 1%ige Mischung von Kohlenoxyd- und gewöhnlichem Blute, im Verhältnis von 1 : 7, also 10 Ccm Kohlenoxydblut auf 70 Ccm sauerstoffhaltiges Blut. Wenn auch nur schwach, so liess sich immerhin noch eine Farbendifferenz wahrnehmen. Erst bei der nun kommenden Probe, bei der die Blutmischung aus 10 Ccm Kohlenoxydhämoglobin und 80 Ccm Sauerstoffhämoglobin bestand, ergab sich kein Unterschied in der Farbe der verschiedenen Blutsorten mehr.

Es läge also die Mischungsgrenze bei nicht lackfarbigem Kohlenoxyd- und gewöhnlichem Blute um eins höher, als bei lackfarbig gemachtem! Denn während bei ersterem Kohlenoxyd nur noch in einer Mischung von 1 : 6 nachzuweisen war, konnte man bei letzterem noch bei einem Mischungsverhältnisse von 1 : 7 eine deutliche Farbendifferenz erkennen.

Die Proben, in der oben angeführten Weise ausgeführt, lassen einen Farbenunterschied noch nach mehr als 48 Stunden erkennen.

Da im Blute, dem Natronsulfat in concentrierter Lösung zugesetzt wird, die roten Blutkörperchen erhalten bleiben, so liegt der Gedanke nahe, auf mikroskopischem Wege zu versuchen, eine Veränderung, die eventuell an den Blutkörperchen vor sich gegangen sein könnte, nach-

zuweisen. Doch liegt diese Methode ausserhalb des Bereiches meiner Untersuchungen, und es ist deshalb von derselben Abstand genommen.

Schliesslich erübrigt noch, auf eine Thatsache zurückzukommen, die scheinbar die beschriebenen Versuche hinfällig erscheinen lassen könnte. Es ist dies die bekannte Thatsache, dass sich bei Einwirkung von Sauerstoff auf pyrogallussaures Kalium Kohlenoxyd bildet. Die Eigenschaft einer alkalischen Pyrogallussäurelösung Sauerstoff zu absorbieren war schon Chevreul bekannt. Der erste, welcher nachwies, dass bei Einwirkung von Sauerstoff auf eine alkalische Pyrogallussäurelösung Kohlenoxyd entstehe, war Boussingault. Unabhängig von ihm kamen Calvert und Cloëz zu demselben Resultate. Nun muss man jedoch bedenken, dass immer grössere Luftmengen notwendig sind, wenn unter der Einwirkung von Sauerstoff auf eine alkalische Pyrogallussäurelösung Kohlenoxyd sich bilden soll. Von grösseren Mengen Luft in dem von uns angewandten Blut kann aber nicht die Rede sein. Dann darf aber auch nicht übersehen werden, dass in dem gewöhnlichen Blute mehr Sauerstoff enthalten ist, als in dem Kohlenoxydblute. Es müsste sich deswegen in der Lösung von reinem sauerstoffhaltigem Blute mehr Kohlenoxyd bilden.

Leicht anzustellende Erwägungen machen also klar, dass in den besagten Verhältnissen kein Grund gegen die Brauchbarkeit der Proben gefunden werden kann.

Am Schlusse meiner Abeit erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Geh. Medizinalrat Prof. Dr. Landois für die gütige Überweisung des Themas, sowie Herrn Dr. Richter, Assistenten am hiesigen physiologischen Institute, für seine Hülfe bei Anfertigung der Arbeit meinen besten Dank auszusprechen.

# LITTERATUR.


1. Landois, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. VIII. Auflage. §. 21.
2. H. Veltkamp, Ueber Ausmittelung des Kohlenoxydgases im Blute. Inaugural-Dissertation, Greifswald 1874.
3. E. Salkowski, Eine Modifikation der Hoppe-Seyler'schen Natronprobe. Zeitschrift für physiologische Chemie. 12. 227.
4. E Salkowsky, Ueber das Verhalten des Kohlenoxydblutes zu Schwefelwasserstoff, Zeitschrift für physiol. Chemie. 7. 114.
5. Stanislaus Zaleski, Ueber eine neue Reaktion auf Kohlenoxydhämoglobin. Zeitschrift für physiologische Chemie. 9; 225 bis 228.
6. Heinrich Szigeti, Ueber das Verhalten alkalischer wässeriger Lösungen von Kohlenoxydblut zu reduzierenden Agentien und die Anwendung des Hämochromogenspektrums beim Nachweise des Kohlenoxyds. Wiener klin. Wochenschrift 1893. pag. 311.
7. Th. Weyl und B. v. Anrep, Ueber Kohlenoxydhämoglobin. Centralblatt für die mediz. Wissenschaft. 1880. No. 11.
8. Gréhant, Quantitative Bestimmung des mit dem Sauerstoffhämoglobin verbundenen Kohlenoxyd und die Art seiner Ausscheidung aus dem Blute. Compat. rend. 76, 233 auch Gazette med. de Paris 1873, 200.
9. Gréhant, Gesetz der Absorption von Kohlenoxyd durch das Blut eines lebenden Säugetiers. Loi de l'absorption de l'oxyde de carbonne par le sang d'un mammifère vivant. Compt. rend, soc. biol. 44, 163—164; Compt. rend. 114. 309—310.
10. Gréhant, Loi de l'absorption de loxyde de carbonne par le sang d'un mammifère vivant. Compt. rend. d. la soc. de biol 1892. 470—472.
11. Hoppe-Seyler, Chemische Analyse. V. Auflage. Berlin 1883.
12. Kunkel, Ueber Kohlenoxydvergiftung und Nachweis. Würzburger Sitzungsbericht. 1888. pag. 86.

13. Gruber, M., Ueber den Nachweis und die Giftigkeit des Kohlenoxyds und sein Vorkommen in Wohnräumen. Sitzungsber. d. math.-phys. Cl. d. bayrischen Akad. d. Wissensch. 1881, pag. 203—219.
14. Rubner, Eine Reaktion des Kohlenoxydblutes. Archiv für Hygiene 10. 397—398.
15. Welzel, Ueber den Nachweis des Kohlenoxydhämoglobins. Verh. d. physik.-med. Gesellschaft Würzburg N. F. 23, 3. durch Chem. Centralbl. 1889. 2, 942.
16. Kunigosi Katayama, Ueber eine neue Blutprobe bei der Kohlenoxydvergiftung. Virchow's Archiv 114, 53—64.
17. A. P. Fokker, De hygieinisch beteekenis van tabaksrook. Nederl. Tiydschrift voor Geneeskunde 1884. pag. 737.
18. Br. Tacke, Ueber die Bildung von Kohlenoxyd bei der Einwirkung von Sauerstoff auf pyrogallussaures Kalium. Pflüger's Archiv. 38. Baud.
19. Piotrowski, Pendant combien de temps peut on retrouver de l'oxyde de carbonne dans le sang après l'empoisonnement. (Labor. d. physiol. an Muséum d'hist. natur.) Compt. rend. de la soi: biol. 1893; 433—435.
20. Richter, Demonstration neuer Reaktionen auf Kohlenoxyd. Sitzungsbericht des Greifswalder mediz. Vereins. 1890.

# LEBENSLAUF.

Verfasser vorliegender Arbeit, katholischer Konfession, wurde geboren als Sohn des Lehrers Friedrich Kleffner und dessen Ehefrau Elisabeth, geb. Guntermann, am 22. September 1869 zu Udorf im Kreise Brilon, Westfalen. Nachdem er den ersten Unterricht in der Schule seines Vaters genossen, wurde er im Herbst 1884 auf das Gymnasium zu Paderborn aufgenommen, das er Ostern 1890 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Hierauf studierte er zunächst 2 Semester Theologie an der bischöflichen theologischen Lehranstalt in Paderborn und dann noch 1 Semester an der Königlichen Akademie zu Münster i. W. Im Herbst 1891 wandte er sich dem Studium der Medizin zu und bezog zu diesem Zwecke die Universität Marburg und Ostern 1892 die Universität Greifswald, an der er bis jetzt studierte. Ostern 1893 bestand er das tentamen physicum und diente in dem folgenden Sommerhalbjahre als Einjährig-Freiwilliger bei dem III. Bataillone des Infanterie-Regiments No. 42 in Greifswald. Das tentamen medicum bestand er im Februar, das tentamen rigorosum im März dieses Jahres.

Während seiner bisherigen medizinischen Studien besuchte er die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren Professoren und Docenten:

In Marburg:

Gasser, Strahl, Graeff.

In Greifswald:

Arndt, Ballowitz, Gerstaecker, Grawitz, Holtz, Landois, Limpricht, Loeffler, Mosler, Peiper, Pernice, v. Preuschen, O. Schirmer, R. Schirmer, Schmitz †, Schulz, Solger, Sommer, Strübing.

Allen diesen seinen hochverehrten Lehrern spricht Verfasser seinen ehrerbietigsten Dank aus.

# THESEN.

I.

Bei Vergiftungen mit Kohlenoxydgas, die das Leben bedrohen, sollte unter allen Umständen die Transfusion gemacht werden.

II.

Die Leichenverbrennung ist kein hygienisches Postulat.

III.

Der Alkohol gehört zu den schädlichsten Giften.